

BM

**ELEKTROMECHANISCHER WANDLER IN MULTIMORPHANORDNUNG**

**Patent number:** DD293918  
**Publication date:** 1991-09-12  
**Inventor:** GEISS WOLFGANG (DE); HOFMANN MICHAEL (DE);  
VOIGT KONRAD (DE); MEIKSTADT WOLFGANG (DE)  
**Applicant:** HERMSDORF KERAMIK VEB (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H01L41/08  
- **European:**  
**Application number:** DD19900339926 19900420  
**Priority number(s):** DD19900339926 19900420

Abstract not available for DD293918

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



## PATENTSCHRIFT

(11) DD 293 918 A5

(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
Patentgesetz der DDR  
vom 27.10.1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) H 01 L 41/08

## DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

---

(21)	DD H 01 L / 339 926 2	(22)	20.04.90	(44)	12.09.91
------	-----------------------	------	----------	------	----------

---

(71) siehe (73)  
 (72) Voigt, Konrad, Dipl.-Phys.; Geiß, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Meikstadt, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Hofmann, Michael, Dipl.-Phys., DE  
 (73) VEB Keramische Werke Hermsdorf, Friedrich-Engels-Straße 79, O - 6530 Hermsdorf, DE

---

(54) Elektromechanischer Wandler in Multimorphanordnung

---

(55) Wandler, elektromechanisch; Multimorphanordnung; Träger; Querdeformationsmodul, abgestuft; Verhältnis; Lamellenpakete, symmetrisch; Bimorphwandler

(57) Die Erfindung betrifft einen elektromechanischen Wandler in Multimorphanordnung und findet Anwendung in der Feingerätetechnik. Der Wandler ist aus mindestens zwei Lamellen, die aus piezoelektrischem oder elektrostriktivem Material bestehen und mit einem Träger fest verbunden sind, aufgebaut. Erfindungsgemäß sind die Querdeformationsmodule  $d_1$  der einzelnen Lamellen von innen nach außen, vorzugsweise im Verhältnis 1:2,2-2,6:2,8-3,2:3,6-3,8 4,1-4,2, abgestuft. Der Träger ist ebenfalls als Lamellenpaket aufgebaut oder besteht aus einem elektromechanisch inaktivem Material. In Ausgestaltung der Erfindung ist das Lamellenpaket des Trägers symmetrisch zum ersten Lamellenpaket aufgebaut und ist mit diesem zusammen wie ein Bimorphwandler ansteuerbar.

## Patentansprüche:

1. Elektromechanischer Wandler in Multimorphanordnung, bestehend aus mindestens zwei elektrisch parallel geschalteten, mit einem Träger fest verbundenen Lamellen aus piezoelektrischem oder elektrostriktivem Material, gekennzeichnet dadurch, daß die Querdeformationsmulde  $d_{31}$  der einzelnen Lamellen von innen nach außen, vorzugsweise im Verhältnis von 1:2,2-2,6:2,9-3,2:3,6-3,8:4,1-4,2, abgestuft sind, wobei der Träger ebenfalls als Lamellenpaket aufgebaut ist oder aus einem elektromechanisch inaktivem Material besteht.
2. Elektromechanischer Wandler nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Dicke aller Lamellen gleich ist.
3. Elektromechanischer Wandler nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß alle Lamellen die minimale Dicke von 0,1 mm aufweisen.
4. Elektromechanischer Wandler nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Träger ebenfalls als Lamellenpaket und symmetrisch zum ersten Lamellenpaket aufgebaut ist und mit diesem zusammen wie ein Bimorphwandler ansteuerbar ist.

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der elektromechanischen Bauelemente. Sie betrifft einen elektromechanischen Wandler in Multimorphanordnung, der aus mindestens zwei elektrisch parallel geschalteten, mit einem Träger fest verbundenen Lamellen aus piezoelektrischem oder elektrostriktivem Material besteht. Er findet Anwendung in der Feingerätetechnik als Verstelleinheit.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Elektromechanische Wandler, die als Biegeelemente arbeiten sollen, werden mit Feldstärken von 1 KV/mm betrieben. Um zu relativ niedrigen Spannungen im Bereich von 100 V zu gelangen, werden anstelle einer dicken Einzellamelle mehrere dünne, identisch aufgebaute Lamellen elektrisch parallel geschaltet.

Diese Anordnung hat den Nachteil, daß alle gleichsinnig, mit gleicher Feldstärke angesteuerten Lamellen bestrebt sind, die gleiche Querdeformation auszuführen. Durch die Verbiegung des Lamellenpaketes erfahren die außen liegenden Lamellen eine weitaus größere Längenänderung als die in der Nähe der sogenannten „neutralen Faser“ liegenden Lamellen, so daß es zu inneren Spannungen kommt, die die Effektivität des Wandlers negativ beeinflussen.

In der DE-OS 3142684 wird deshalb zur Beseitigung dieses Nachteiles vorgeschlagen, die Dicke der Lamellen von der neutralen Faser nach außen zu verringern. Dabei ist eine bestimmte mathematische Vorschrift einzuhalten. Damit steigt aufgrund der wachsenden Feldstärke von innen nach außen die Querdeformation und paßt sich den durch die Verbiegung erzwungenen Deformationen an. Dadurch werden die inneren Spannungen minimiert.

Diese Anordnung weist aber Nachteile auf: Da die Größe der notwendigen Ansteuerspannung von der dünnsten Lamelle bestimmt wird, wirkt an dickeren Lamellen eine weit niedrigere Feldstärke, so daß diese keine maximale Auslenkung bringen können. Durch die minimale technologisch beherrschbare Lamellendicke wird das Verhältnis Lamellenanzahl (n) zu Biegerdicke (h) bestimmt, so daß sich bei drei Lamellen bei Berücksichtigung der Formel zur Dickenabstufung eine minimale Biegerdicke von ca. 1,3 mm ergibt. Diese Dicke kann für bestimmte Anwendungszwecke noch zu groß sein.

Des Weiteren ergeben sich insbesondere bei der inneren, noch relativ dicken Lamelle nach wie vor innere Spannungen, die durch die o. g. unterschiedlichen Verformungen beim Verbiegen auftreten.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen elektromechanischen Wandler in Multimorphanordnung zu realisieren, dessen Anwendbarkeit durch Erhöhung der Gebrauchswerte erweitert werden soll.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen elektromechanischen Wandler in Multimorphanordnung so zu gestalten, daß neben der Erreichung hoher Gebrauchswerte, insbesondere einer großen Auslenkung bei kleinen elektrischen Spannungen und minimalen Biegerädern, die inneren mechanischen Spannungen in den Lamellen weitestgehend beseitigt werden.

Der elektromechanische Wandler besteht aus mindestens zwei elektrisch parallel geschalteten, mit einem Träger fest verbundenen Lamellen aus piezoelektrischem oder elektrostriktivem Material.

Erfindungsgemäß sind die Querdeformationsmodule  $d_{31}$  der einzelnen Lamellen von innen nach außen vorzugsweise im Verhältnis von 1:2,2-2,6:2,9-3,2:3,6-3,8:4,1-4,2 abgestuft. Der Träger ist dabei ebenfalls als Lamellenpaket aufgebaut oder besteht aus einem elektromechanisch inaktivem Material.

In Ausgestaltung der Erfindung ist die Dicke aller Lamellen gleich. Es kann dabei zweckmäßig sein, wenn alle Lamellen die minimale Dicke von 0,1 mm aufweisen.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht die Gestaltung des Trägers ebenfalls als Lamellenpaket vor, wobei es symmetrisch zum ersten Lamellenpaket aufgebaut ist und mit diesem zusammen wie ein Bimorphwandler ansteuerbar ist.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Der elektromechanische Wandler besteht zunächst aus drei miteinander verklebten Lamellen mit folgenden Kennwerten:

	U(V)	$d_{31}$ ( $10^{-12}$ m/V) (bei 1 kV/mm)	Dicke (mm)	Material	
1. Lamelle (innen):	100 V-	-80	0,1	PK 50	alles modifizierte
2. Lamelle:	100 V-	-190	0,1	PK 51	Bleizirkonat-, Titanat-Standardwerkstoffe
3. Lamelle	100 V-	-250	0,1	PK 53	des VEB KWH

Als Träger fungiert ein gleichartig aufgebautes, symmetrisch zum o. g. Lamellenpaket angeordnetes Lamellenpaket, die beide zusammen den Wandler bilden und wie ein Bimorphbieger ansteuerbar sind, d. h. beidseitig betrieben werden können.

Der Träger kann einfacherweise auch aus einer Platte aus elektromechanisch inaktivem Material, z. B. aus Federstahl, bestehen. Der Betrieb erfolgt dann analog der bekannten Unimorph-Anordnung.

Wenn die Dicke aller Lamellen gleich, insbesondere 0,1 mm ist, ergibt sich ein neben der günstigen Gesamtdicke des Biegers (0,6 mm) auch eine wesentlich erhöhte Auslenkung um den Faktor 3. Außerdem werden alle Lamellen mit der gleichen, optimalen Feldstärke betrieben.

Für größere Biegedicken kann die Lamellenanzahl und damit die Feinabstufung des Querdeformationsmoduls erhöht werden. Falls die erforderlichen Werkstoffe mit den angegebenen Abstufungen ihrer Querdeformationsmodule  $d_{31}$  im angegebenen Verhältnis nicht vorhanden sind, lässt sich dieses Problem durch zusätzliche Dickenänderungen der Lamellen lösen.

Der so beschriebene Aufbau des elektromechanischen Wandlers vermeidet im wesentlichen die nachteilige Ausbildung von inneren mechanischen Spannungen, die durch die ungleichmäßige Verbiegung der Lamellen in diesen auftreten.